

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-176333

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 9/25

H03H 9/64

(21)Application number : 2000-372999

(71)Applicant : FUJITSU MEDIA DEVICE KK

(22)Date of filing : 07.12.2000

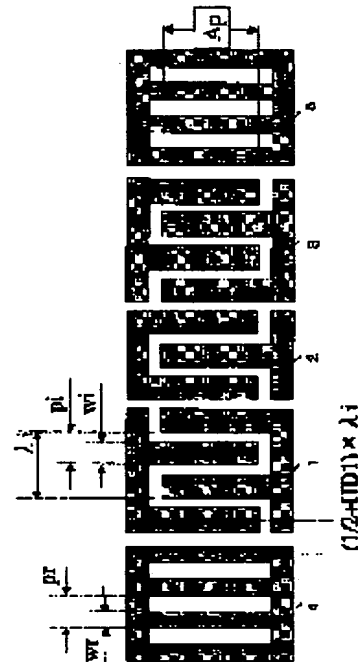
(72)Inventor : KANEDA YASUBUMI
UEDA MASANORI
KAWAUCHI OSAMU
ABE TAKUYA

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave filter which does not have a loss by mismatched impedance by finding an optimum electrode width of a reflector electrode for realizing wide band and small insertion loss an interdigital transducer.

SOLUTION: This surface acoustic wave filter where a comb-shaped electrode is formed on a surface acoustic wave base has the interdigital transducer and reflectors arranged at both sides of the interdigital transducer. In the surface acoustic wave base, the ratio h/λ of the wavelength λ of a surface acoustic wave to an electrode film thickness (h) is within the range of $0.05 \leq h/\lambda \leq 0.15$, the electrode width ratio w_r/p_r of the electrode width w_r of the reflectors to an electrode pitch p_r is within the range of $0.5 \leq w_r/p_r \leq 0.6$, and the electrode width ratio w_i/p_i of the electrode width w_i of the comb-shaped electrode of the interdigital transducer to its pitch p_i is also within the range of $0.6 \leq w_i/p_i \leq 0.9$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-176333

(P 2002-176333A)

(43) 公開日 平成14年6月21日 (2002. 6. 21)

| (51) Int. Cl. 7 | 識別記号 | F I | テームコード (参考) |
|-----------------|-------|---------|-------------|
| H 0 3 H | 9/145 | H 0 3 H | 9/145 |
| | 9/25 | | 9/25 |
| | 9/64 | | 9/64 |
| 審査請求 | 未請求 | 請求項の数 4 | OL |
| | | | (全 1 1 頁) |

(21) 出願番号 特願2000-372999 (P2000-372999)

(22) 出願日 平成12年12月7日 (2000. 12. 7)

(71) 出願人 398067270

富士通メディアデバイス株式会社
長野県須坂市大字小山460番地

(72) 発明者 兼田 泰文

長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ
ディアデバイス株式会社内

(72) 発明者 上田 政則

長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ
ディアデバイス株式会社内

(74) 代理人 100094514

弁理士 林 恒徳 (外1名)

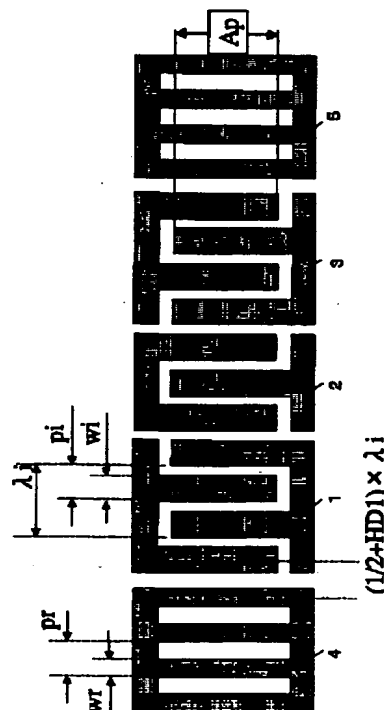
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 インターデジタルトランスデューサおよび反射器電極の電極幅に対し、広帯域、低損失を実現する最適な値を見出し、更にインピーダンスのミスマッチによる損失がない弾性表面波フィルタを提供する。

【解決手段】 弾性表面波基板上に櫛形電極を形成した弾性表面波フィルタであって、インターデジタルトランスデューサと、その両側に配置される反射器を有し、前記弾性表面波基板は電極膜厚 h と弾性表面波の波長 λ の比 h/λ が、 $0.05 \leq h/\lambda \leq 0.15$ の範囲にあり、前記反射器の電極幅 w_r と電極ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r が $0.5 \leq w_r/p_r \leq 0.6$ の範囲にあり、かつ前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極の電極幅 w_i とピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i が $0.6 \leq w_i/p_i \leq 0.9$ の範囲にある。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】弾性表面波基板上に櫛形電極を形成した弾性表面波フィルタであって、

インターデジタルトランスデューサと、その両側に配置される反射器を有し、

前記弾性表面波基板は電極膜厚 h と弾性表面波の波長 λ の比 h/λ が、

$0.05 \leq h/\lambda \leq 0.15$ の範囲にあり、

前記反射器の電極幅 w_r と電極ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r が $0.5 \leq w_r/p_r \leq 0.6$ の範囲にあり、かつ前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極の電極幅 w_i とピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i が $0.6 \leq w_i/p_i \leq 0.9$ の範囲にあることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】請求項 1 において、

さらに、前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極の電極幅 w_i とピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i が $0.62 \leq w_i/p_i \leq 0.9$ の範囲にある時、前記櫛形電極の電極幅 w_i と前記反射器の電極幅 w_r の関係が $w_i > w_r$ であり、且つ前記櫛形電極の電極ピッチ P_i と前記反射器の電極ピッチ P_r の関係が $P_i < P_r$ であることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】請求項 1 において、

前記櫛形電極における波長を λ_i とし、該櫛形電極と前記反射電極の隣り合う電極指の中心間の距離を $(1/2 + HD1) \times \lambda_i$ とする時、係数 $HD1$ が $0 > HD1 \geq -0.04$ の範囲に設定されることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】請求項 1 において、

前記弾性表面波基板材料として、X 軸を中心に Y 軸を Z 軸方向に $40^\circ \sim 44^\circ$ 回転して切り出された $LiTaO_3$ の回転 Y 板を用い、前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極及び反射器電極が A1 を主成分とする電極材料で形成されたことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波フィルタに関し、特に無線装置の高周波回路に適用して有利な広帯域、低挿入損失の弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】無線装置の高周波回路にはフィルタが使用されている。そのフィルタの重要なキープデバイスとなる SAW (弾性表面波) デバイスに関して、広帯域のフィルタ特性が要求されてきている。

【0003】かかる SAW (弾性表面波) デバイスにより構成される弾性表面波フィルタは、弾性表面波基板上にインターデジタルトランスデューサ (IDT) と格子電極 (グレーティング電極) を有する反射器が形成されている。そして、弾性表面波フィルタの広帯域化を実現

するには電極の膜厚を厚くすることにより可能であることが知られている。しかし、一方で電極の膜厚を厚くすることによりフィルタの重要な特性である挿入損失を損なうという問題がある。

【0004】このように、これまで広帯域化を実現するために電極膜厚を厚くしていたが、挿入損失の悪化、更にインピーダンスのミスマッチによる通過帯域の悪化が見られていた。

【0005】したがって、弾性表面波フィルタにおいて、広帯域で且つ低挿入損失の実現が重要な課題であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の点に鑑みて、本発明の目的は、広帯域化が可能な電極膜厚を用い、更に弾性表面波基板の最適な切出し方位を用いることを前提にする。さらに、インターデジタルトランスデューサおよび反射器電極の電極幅に対する広帯域、低損失を実現する最適な値を見出し、インピーダンスのミスマッチによる損失がない弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明に従う弾性表面波フィルタは、弾性表面波基板上に櫛形電極を形成した弾性表面波フィルタであって、インターデジタルトランスデューサと、その両側に配置される反射器を有し、前記弾性表面波基板は電極膜厚 h と弾性表面波の波長 λ の比 h/λ が、 $0.05 \leq h/\lambda \leq 0.15$ の範囲にあり、前記反射器の電極幅 w_r と電極ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r が $0.5 \leq w_r/p_r \leq 0.6$ の範囲にあり、かつ前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極の電極幅 w_i とピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i が $0.6 \leq w_i/p_i \leq 0.9$ の範囲にあることを特徴とする。上記の目的を達成する本発明に従う弾性表面波フィルタの好ましい一態様は、さらに、前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極の電極幅 w_i とピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i が $0.62 \leq w_i/p_i \leq 0.9$ の範囲にある時、前記櫛形電極の電極幅 w_i と前記反射器の電極幅 w_r の関係が $w_i > w_r$ であり、且つ前記櫛形電極の電極ピッチ P_i と前記反射器の電極ピッチ P_r の関係が $P_i < P_r$ であることを特徴とする。

【0008】また、上記の目的を達成する本発明に従う弾性表面波フィルタの好ましい一態様は、前記櫛形電極における波長を λ_i とし、該櫛形電極と前記反射電極の隣り合う電極指の中心間の距離を $(1/2 + HD1) \times \lambda_i$ とする時、係数 $HD1$ が $0 > HD1 \geq -0.04$ の範囲に設定されることを特徴とする。

【0009】さらにまた、上記の目的を達成する本発明に従う弾性表面波フィルタの好ましい一態様は、前記弾性表面波基板材料として、X 軸を中心に Y 軸を Z 軸方向に $40^\circ \sim 44^\circ$ 回転して切り出された $LiTaO_3$ の

回転Y板を用い、前記インターデジタルトランスデューサの櫛形電極及び反射器電極がA1を主成分とする電極材料で形成されたことを特徴とする。

【0010】本発明の特徴は、以下の図面を参照して説明される発明の実施の形態から更に明らかになる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下図面に従い、本発明の実施の形態を説明する。なお、図に示される実施の形態例は、本発明の理解のためのものであって、本発明の適用はかかる例に限定されるものではない。

【0012】図1は、本発明の適用される一例として多重モード弾性表面波フィルタの電極構造を示す図である。図示される構造は、弾性表面波基板上に薄膜電極により形成された3つの櫛形電極によるインターデジタルトランスデューサ(IDT)1、2、3と、それらの外側に配置された2つの格子(グレーティング)反射器4、5(以下単に反射器という)を有する。

【0013】インターデジタルトランスデューサ1、2、3は、それぞれ互いに間挿し合う複数本の櫛形電極指を有し、反射器4、5は、所定間隔で並列に形成された複数本の電極指を有する。

【0014】ここで、本発明の出願人は、優れた通過帯域特性を得る弾性表面波フィルタを得るために、前記弾性表面波基板として 42° YX(X軸を中心にY軸をZ軸方向に 42° 回転)から切出された LiTaO_3 圧電基板を用いること、更に弾性表面波基板上に薄膜電極により形成されるインターデジタルトランスデューサと、その両側に配置される反射器の電極膜厚 h と弾性表面波の波長 λ の比 h/λ を $0.05 \leq h/\lambda \leq 0.15$ の範囲に設定することを提案している。

【0015】したがって、本発明はかかる設定要件を用いることを前提にして、更にインターデジタルトランスデューサおよび反射器電極の電極幅に対する広帯域、低損失を実現する最適な値を見出し、インピーダンスのミスマッチによる損失がない弾性表面波フィルタを得ようとするものである。

【0016】図1において、多重モード弾性表面波フィルタの使用態様として例えば、インターデジタルトランスデューサ1、3を入力用とすると、インターデジタルトランスデューサ1、3のそれぞれ一方の電極は入力端に接続され、他方の櫛形電極は接地される。さらに、出力用となるインターデジタルトランスデューサ2の一方の櫛形電極は出力端に接続され、他方の櫛形電極は接地される。

【0017】インターデジタルトランスデューサ1、2、3で励振される複数の表面波が反射器4、5の間に閉じこめられ、インターデジタルトランスデューサ1、2、3の間で結合を生じる結果、複数の共振モードが強勢に励振され、終端を施すことにより多重モードの弾性表面波フィルタとして機能する。

【0018】この時の弾性表面波フィルタの帯域特性は、反射器4、5により閉じこめられる任意の帯域と、インターデジタルトランスデューサ1、2、3の通過帯域の重畳によって決まる。

【0019】図1において、 λ_i はインターデジタルトランスデューサ1、2、3の弾性表面波の波長であり、 w_i はインターデジタルトランスデューサ1、2、3の電極幅であり、 p_i はそれらの電極間ピッチである。

【0020】同様に、 w_r は反射器4、5の電極幅であり、 p_r はそれらの電極間ピッチである。

【0021】図2は、反射器4、5の電極幅 w_r と電極間ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r に対する反射係数の電極膜厚依存性を求めたグラフである。図2において、グラフIは、電極膜厚 h とすると、 $h/\lambda_i = 4.9\%$ に対する反射係数特性であり、グラフIIは、 $h/\lambda_i = 8.5\%$ に対する反射係数特性である。横軸に電極幅比 w_r/p_r を、縦軸に反射係数値を示している。

【0022】この図から電極膜厚 h を大きくすると、反射器4、5の反射係数のピーク(最大)値が大きくなることが理解できる。またこの時にピーク値を与える反射器4、5の電極幅も大きい方に移動していることが判る。これによって、広帯域化が実現可能である。

【0023】図3は、反射器4、5の電極幅 w_r と電極間ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r に対する比帯域幅を求めたグラフである。この図3のグラフからフィルタに必要な比帯域幅 4.47% 以上を実現するためには、反射器4、5の電極幅比 w_r/p_r を 0.5 から 0.6 の範囲で設定すればよいことがわかる。この電極幅比 w_r/p_r を 0.5 から 0.6 とする範囲は、図2においても反射器4、5の反射係数の大きくなる領域であることが判る。

【0024】また、図4は、インターデジタルトランスデューサ1、2、3の電極幅 w_i と電極間ピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i に依存する、上記反射器4、5の電極幅比 w_r/p_r を 0.5 から 0.6 の範囲で設定($w_r/p_r = 0.55$ と 0.6)した時の比帯域幅と、最小損失の特性を測定したグラフである。

【0025】図4からインターデジタルトランスデューサ1、2、3の電極幅 w_i を太くすることで損失が小さくできることが判る。

【0026】すなわち、電極の幅比 w_i/p_i を 0.6 以上に設定することによりフィルタの重要なパラメータである最小損失(Min. Loss)が 3.7% 以下の 2 dB 以下にすることができる。この時、フィルタの比帯域幅はほぼ一定となる。さらに好ましくは電極幅比 w_i/p_i を 0.62 以上にすると、最小損失(Min. Loss)が約 3.6% 以下の 1.97 dB 以下となり、フィルタの比帯域幅は殆ど一定となる。

【0027】ここで、上記の範囲で電極幅比 w_r/p_r 、 w_i/p_i を設定すると、図5に示すように、電極

幅比 w_r/p_r 、 w_i/p_i のそれぞれの変化に対応して弾性表面波の速度が変動する。

【0028】したがって、これによるインターデジタルトランスデューサ及び反射器の中心周波数を適切な周波数に設定するために、電極幅の関係が $w_i > w_r$ となる時、周期の関係は $p_i < p_r$ と設定することが必要である。なお、図4において、電極幅比 w_r/p_r 及び w_i/p_i が、0.9 となるのは電極の製造限界値である。

【0029】ここで、楕形電極1, 2, 3を上記の様に設定する場合、楕形電極1, 2, 3の幅がインピーダンスの不整合を促す。図6はこれを説明する図である。

【0030】図6は、スミスチャートであり、電極幅比 w_i/p_i を増加すると、インピーダンスは、図に矢印で示す方向に移動し、不整合を生じる。したがって、これを補正する必要がある。

【0031】インピーダンスの補正は、図1における楕形電極の交差幅 AP を変えることにより図7に示すように、図6と反対方向にインピーダンスの補正が可能である。しかし、図7に示すようにインピーダンスの周波数における偏倚が大きくなり広帯域化を実現したフィルタにおいては補正が充分に出来なかった。

【0032】そこで、本発明者は、これを補正するために隣接する反射器4, 5とインターデジタルトランスデューサ1, 3の最近接する楕形電極指の中心線と、反射器電極指の中心線との距離を図1に示すように、 $(1/2 + HD1) \times \lambda_i$: 但し、 $HD1$ は係数で表す時の、係数 $HD1$ を変えることでインピーダンスの整合を得ることが可能であることを見出した。

【0033】すなわち、係数 $HD1$ を任意の値に設定することにより広帯域、低損失の実現が可能である。

【0034】図8は $HD1$ と通過帯域内リップルの関係を示す図である。ここで、通過帯域内リップルとは、通過帯域内における最小損失及びリップルによる最大損失の差の大きさとする。

【0035】この通過帯域内リップルの値が大きいと高周波 (RF) フィルタにおいては、フィルタ出力の周波数偏差が大きくなり後段の増幅器での補正量が大きくなるため好ましくない。

【0036】また、中間周波数 (IF) フィルタにおいては通過帯域を通る変調信号の周波数偏差が大きくなり、その結果復調信号の歪みが大きくなり好ましくない。

【0037】図8に戻り説明すると、 $HD1 = 0$ の時のリップルに比較して、 $0 > HD1 \geq -0.04$ の範囲でリップルが小さくなる。

【0038】図9は、上記の本発明に従う条件設定により得られる弾性表面波特性を従来のフィルタと比較した図である。図9により比帯域幅で約12%の広帯域化が実現でき、更に帯域内の損失も約0.9 dBの低損失化を実現できた。

【実施例1】図10は本発明の実施例特性を示す図である。図10において、膜厚 $h/\lambda = 8.5\%$ 、楕形電極の電極幅比 $w_i/p_i = 0.6$ 一定とし、反射器電極幅比 w_r/p_r を0.4, 0.55, 0.7に変えた時の特性の変化を示す。この図からフィルタの相対2.6 dB比帯域幅は、反射器電極幅比 w_r/p_r を変えることで変化することが判る。

【0039】さらに、図3に戻り確認すると、反射器電極幅比 w_r/p_r の変化に対してフィルタの相対2.6 dB比帯域幅は $0.5 \leq w_r/p_r \leq 0.6$ の範囲でシステムに必要な比帯域幅4.47%以上となる。

【実施例2】図11は膜厚 $h/\lambda_i = 8.5\%$ 、反射器電極幅比 $w_r/p_r = 0.6$ 一定とするとき、楕形電極の電極幅比 w_i/p_i を0.4, 0.6, 0.7に変えた時の特性の変化を示す。この図からフィルタの損失は楕形電極幅比 w_i/p_i を変えることで変化することが判る。

【0040】図4に戻り確認すると、楕形電極の電極幅比 w_i/p_i の変化に対してフィルタの最小挿入損失は、 $0.6 \leq w_i/p_i$ で37%以下の約2 dB以下になる。好ましくは、 $0.62 \leq w_i/p_i$ で最小挿入損失が36%以下の約1.97 dB以下になる。

【0041】また、楕形電極幅比 w_i/p_i の上限値は製造限界となる $w_i/p_i \leq 0.9$ となる。

【実施例3】図12及び図13は膜厚 $h/\lambda_i = 8.5\%$ 、楕形電極の電極幅比 $w_i/p_i = 0.7$ 、反射器電極幅比 $w_r/p_r = 0.55$ 、電極の交差幅 $AP = 55\lambda$ において、反射器4, 5に最近接の楕形電極指の中心線とこの楕形電極に最近接の反射器電極指の中心線との距離を $(1/2 + HD1) \times \lambda_i$ とするときの係数 $HD1$ を0から-0.04まで変化させたときの特性の変化を示す。

【0042】図12において、フィルタの絶対2.5 dB比帯域幅は係数 $HD1$ を変えることで変化することが判る。図8に戻り確認すると、 $HD1$ の変化に対してフィルタの通過帯域内リップルは $0 > HD1 \geq -0.04$ の範囲で $HD1 = 0$ と比較して小さくなり、結果として使用可能帯域が広帯域化する。

【実施例4】図9において、膜厚 $h/\lambda = 8.3\%$ において、フィルタAは楕形電極の電極比 $w_i/p_i = 0.4$ 、反射器電極比 $w_r/p_r = 0.45$ 、電極の交差幅 $AP = 75\lambda$ 、 $HD1 = 0$ 、フィルタBは楕形電極の電極比 $w_i/p_i = 0.7$ 、反射器電極比 $w_r/p_r = 0.55$ 、電極の交差幅 $AP = 55\lambda$ 、 $HD1 = -0.03$ のフィルタ通過特性を示す。

【0043】これら2つのフィルタを比較すると絶対4.5 dB比帯域幅で約12%の広帯域化が実現でき、さらに帯域内の損失も約0.9 dBの低損失化を実現できた。

50 【弾性表面波圧電基板】 上記各実施例に用いた弾性表面

波圧電基板は、 LiTaO_3 単結晶でX軸を中心に、Y軸からZ軸方向に $40^\circ \sim 44^\circ$ までの角度で回転させた方位で切り出した圧電基板を用いた。また、本発明の適用においては、かかる弾性表面波圧電基板材料として LiTaO_3 に限定されず、他の高結合係数基板でも同様の効果を得ることが出来る。

【0044】

【発明の効果】上記に図面に従い、発明の実施の形態を説明したように本発明により低損失且つ広帯域の弾性表面波フィルタを得ることが可能である。さらにインピー

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の適用される一例として多重モード弾性表面波フィルタの電極構造を示す図である。

【図2】反射器4、5の電極幅 w_r と電極間ピッチ p_r の電極幅比 w_r/p_r に対する反射係数の電極膜厚依存性を求めたグラフである。

【図3】反射器電極幅比 w_r/p_r に対する比帯域幅変動を求めたグラフである。

【図4】インターデジタルトランスデューサの電極幅 w_i と電極間ピッチ p_i の電極幅比 w_i/p_i に依存する比帯域幅と、最小損失の特性を測定したグラフである。

【図5】電極幅比 w_r/p_r 、 w_i/p_i の変化のそれぞれに対応して弾性表面波の比速度を求めたグラフである。

【図6】楕形電極幅比 w_i/p_i の大きさに依存するイ

ンピーダンス変動を示すスミスチャートである。

【図7】図6に示すインピーダンス変動を楕形電極の交差幅 A_p により補正を説明するスミスチャートである。

【図8】係数 $HD1$ と通過帯域リップルの関係を示す図である。

【図9】本発明に従う条件設定により得られる弾性表面波特性を従来のフィルタと比較した図である。

【図10】本発明の一実施例において反射器の電極幅比 w_r/p_r を変えた時の挿入損失の変化を示す周波数特性図である。

【図11】本発明の一実施例においてインターデジタルトランスデューサの電極幅比 w_i/p_i を変えた時の挿入損失の変化を示す周波数特性図である。

【図12】係数 $HD1$ を変化したときの挿入損失の変化を示す周波数特性図である。

【図13】係数 $HD1$ を変化したときのインピーダンス変化を示すスミスチャートである。

【符号の説明】

1, 2, 3 インターデジタルトランスデューサ

w_r 反射器電極幅

p_r 反射器電極ピッチ

w_i インターデジタルトランスデューサの楕形電極幅

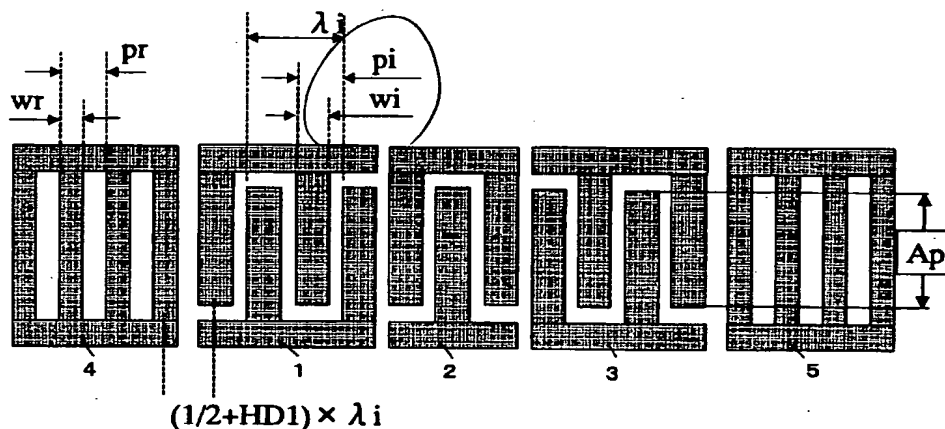
p_i インターデジタルトランスデューサの楕形電極ピッチ

A_p 楕形電極交差幅

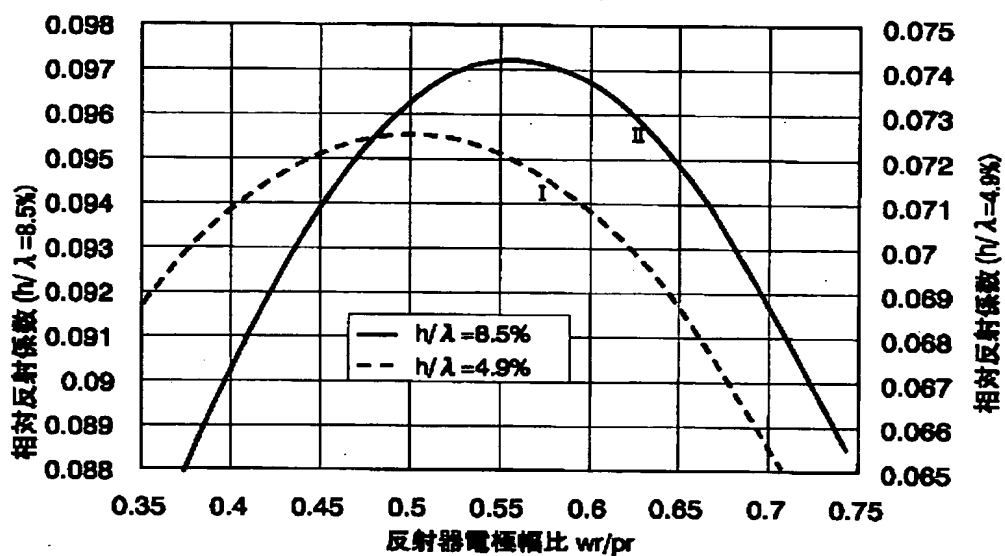
λ_i インターデジタルトランスデューサの振動波長

$HD1$ 係数

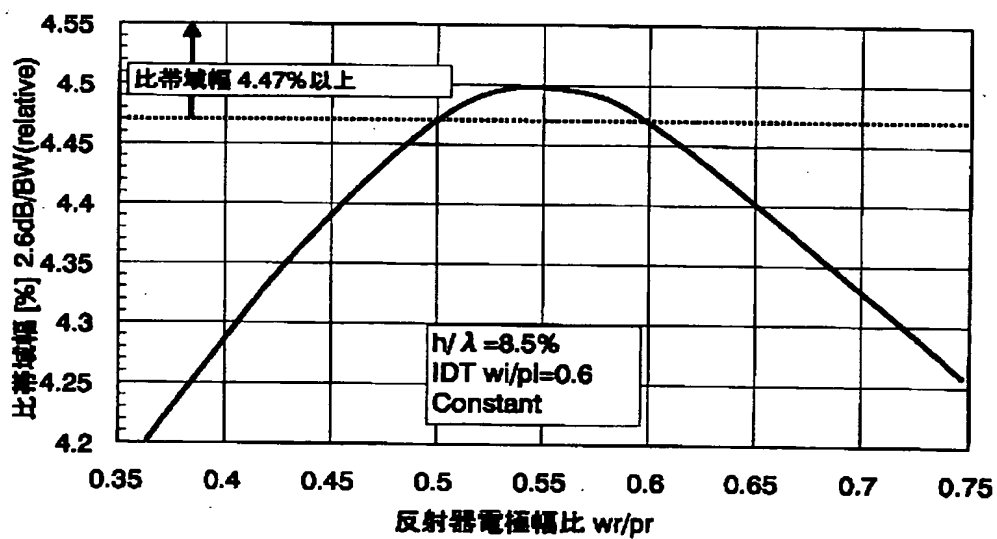
【図1】



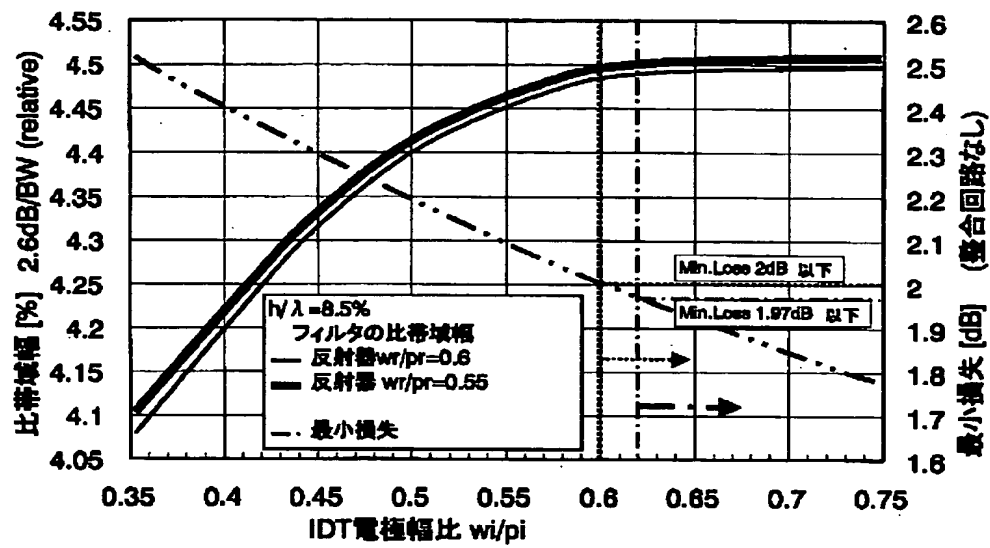
【図2】



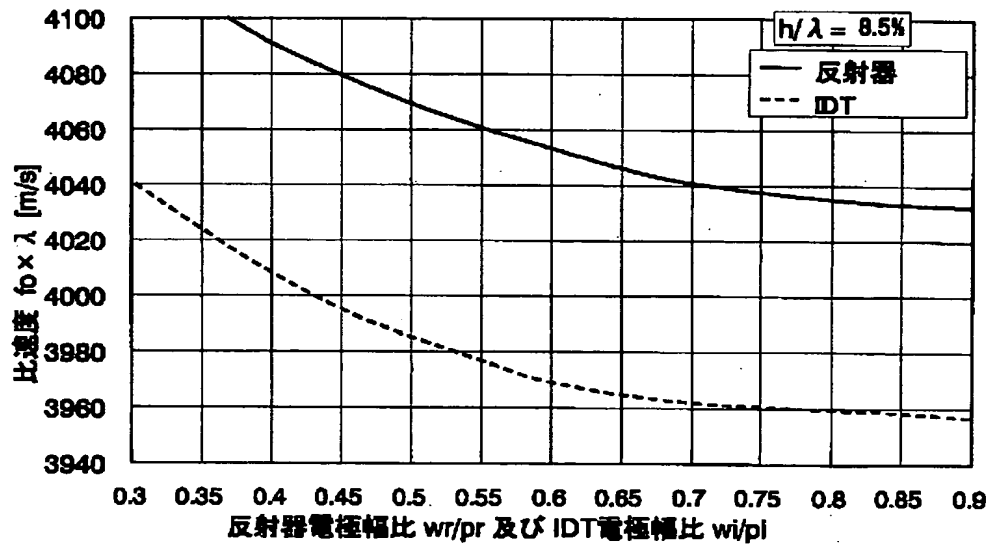
【図3】



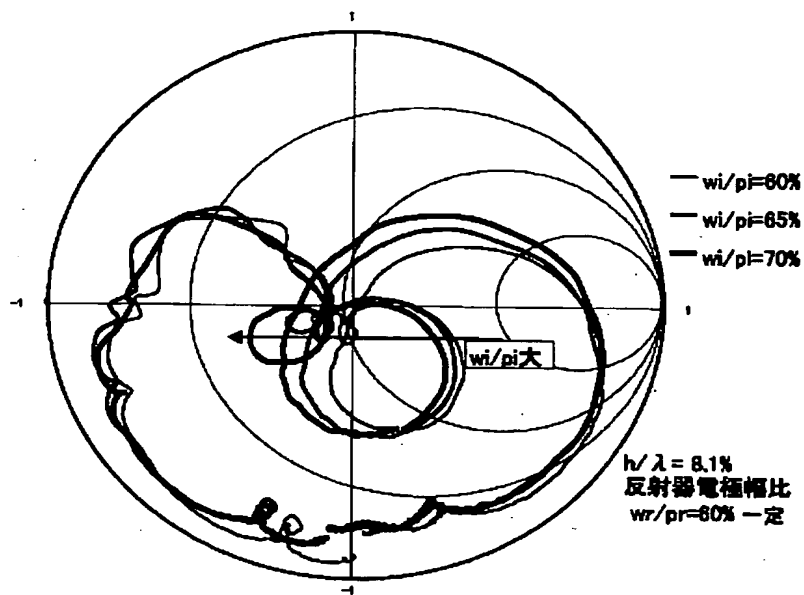
【図4】



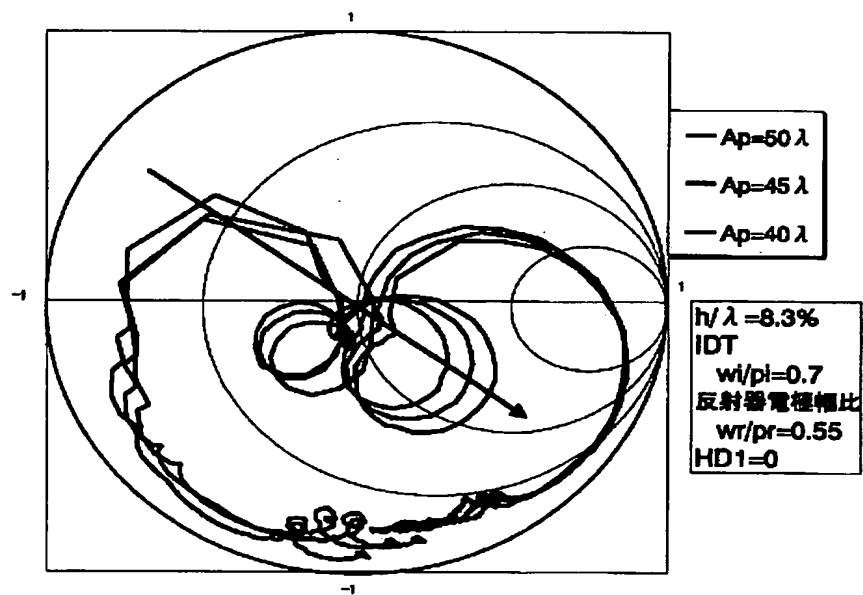
【図5】



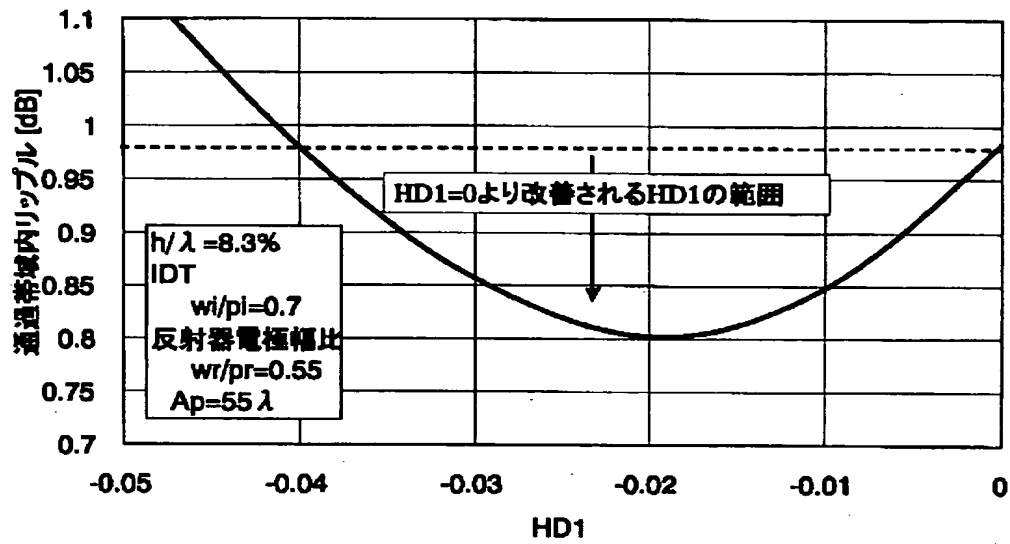
【図 6】



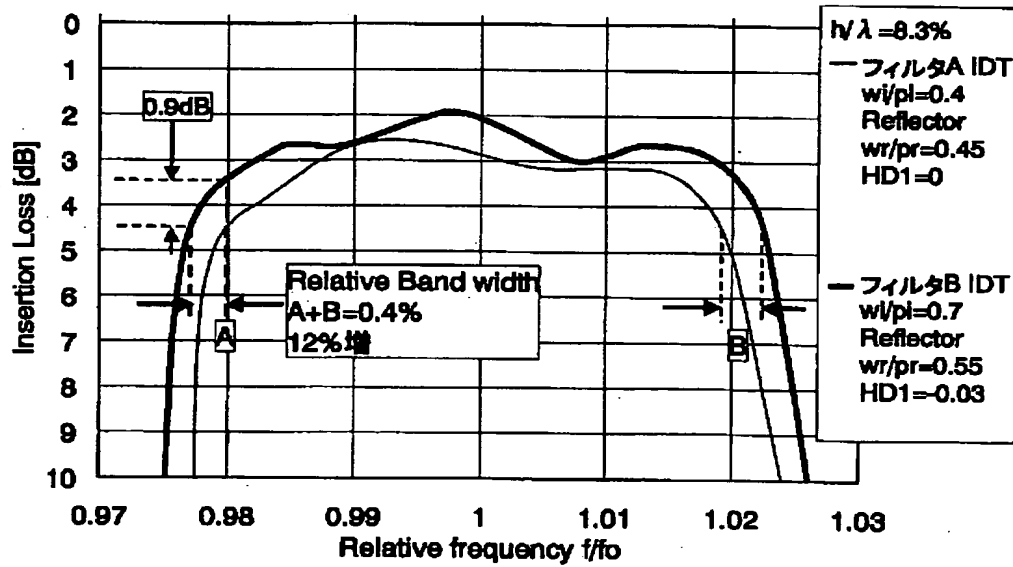
【図 7】



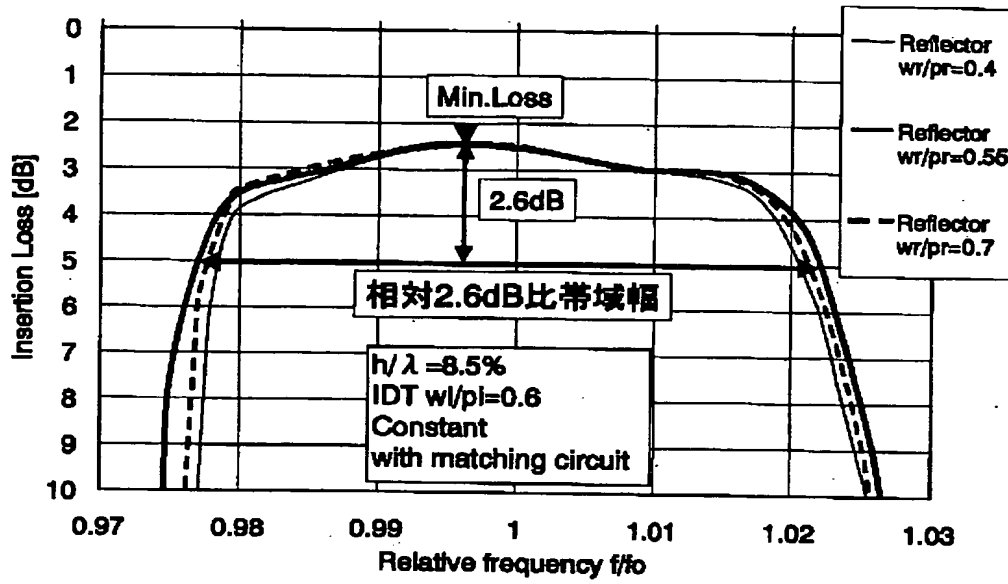
【図8】



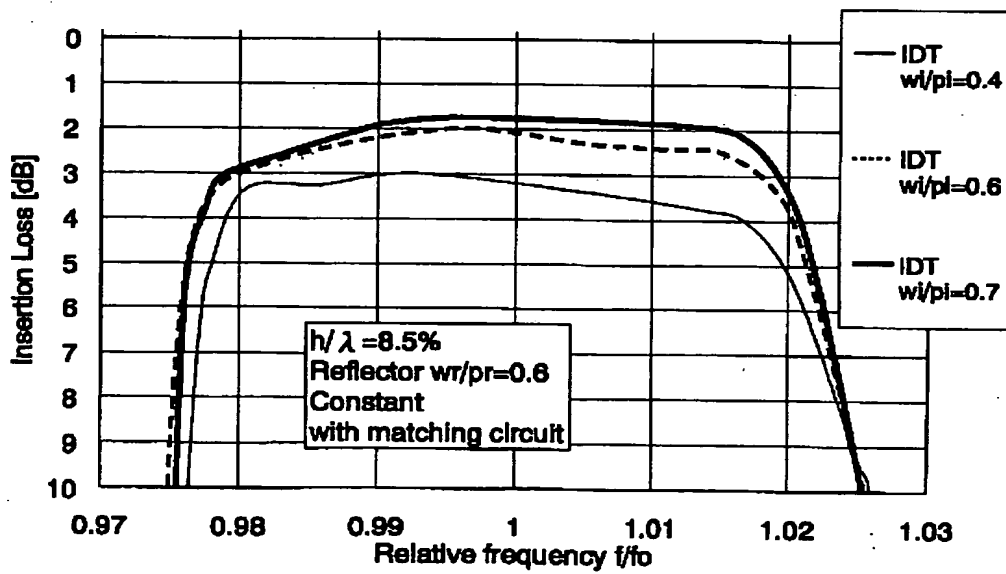
【図9】



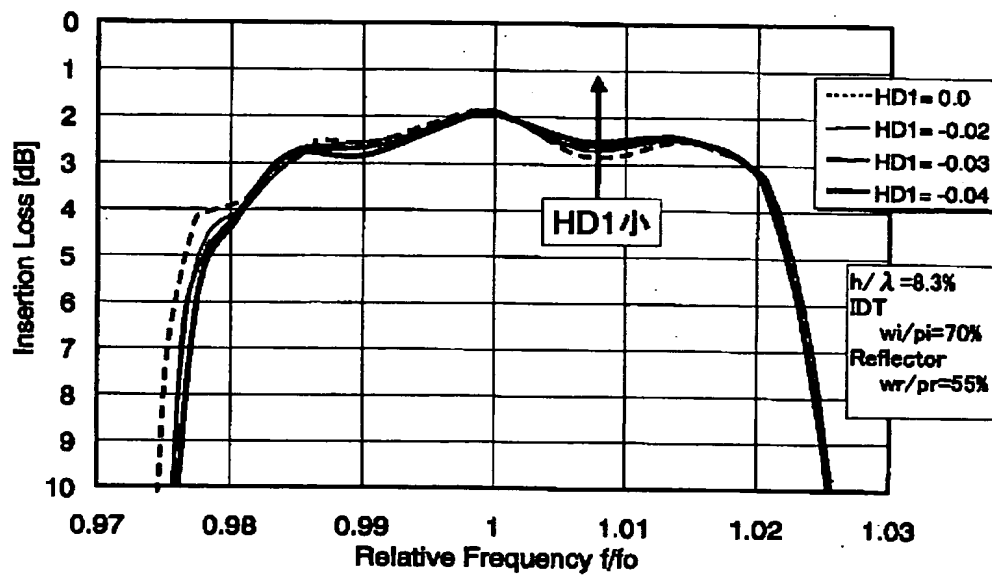
【図10】



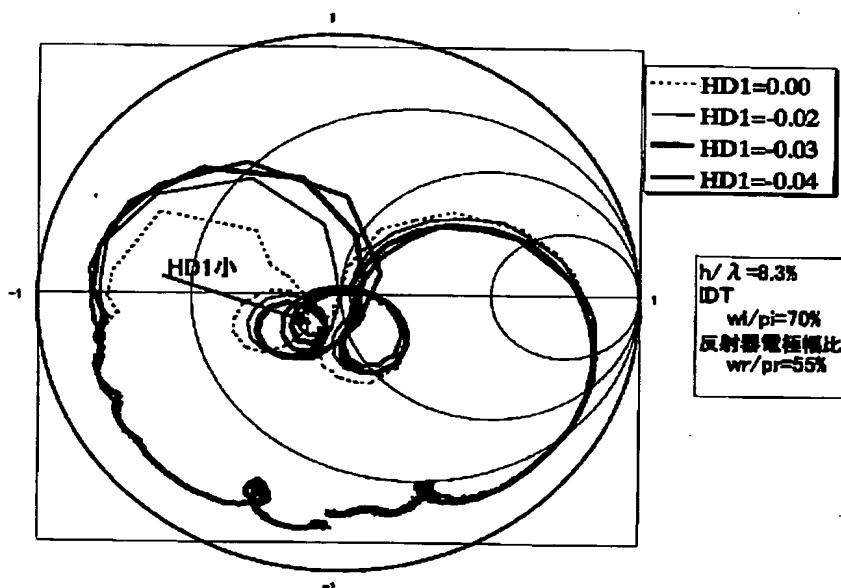
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 川内 治
 長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ
 ディアデバイス株式会社内

(72)発明者 阿部 卓也
 長野県須坂市大字小山460番地 富士通メ
 ディアデバイス株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA12 AA19 BB11 DD04 DD16
 DD17 DD28 FF03 GG03 KK01
 KK02 KK04